

**Einrichtung zur Kuehlung von Turbinen, insbesondere Gasturbinen**

**Patent number:** DE665762  
**Publication date:** 1938-10-03  
**Inventor:** HINGST DIPL-ING RUDOLF  
**Applicant:** RHEINMETALL BORSIG AKT GES WER  
**Classification:**  
**- international:**  
**- european:** F01D5/08D  
**Application number:** DE1936R097305D 19360912  
**Priority number(s):** DE1936R097305D 19360912

**Report a data error here**

Abstract not available for DE665762

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



AUSGEGEBEN AM  
3. OKTOBER 1938

REICHSPATENTAMT  
PATENTSCHRIFT

№ 665 762

KLASSE 46f GRUPPE 4 02

R 97305 I/46f

Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: 15. September 1938

Rheinmetall-Borsig Akt.-Ges. Werk Borsig Berlin-Tegel  
in Berlin-Tegel\*)

Einrichtung zur Kühlung von Turbinen, insbesondere Gasturbinen

Patentiert im Deutschen Reiche vom 12. September 1936 ab

Es ist bereits bekannt, eine Kühlung der Räder von Gasturbinen dadurch zu bewirken, daß ein Kühlluftstrom zu beiden Seiten des Rades von der Nabe zum Schaufelkranz geführt wird, der sich mit den aus den Düsen austretenden Arbeitsgasen vermischt. Hierbei sind noch Einrichtungen getroffen, um den Radschaufeln selbst Kühlluft zuzuleiten und so für die Abführung der Wärme aus den Schaufeln zu sorgen. Dem entlang des Rades geführten Luftstrom wird infolge der hohen Umfangsgeschwindigkeit eine große Relativgeschwindigkeit erteilt, die für die Abführung der Wärme aus dem Rad an und für sich von großem Vorteil ist. Der Mangel dieser Art der Kühlung besteht darin, daß durch die nach wie vor auf das Rad zur Einwirkung kommenden Temperaturen in diesen Spannungen hervorgerufen werden, die zu einer größeren Bemessung der Radquerschnitte zwingen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den Wärmefluß so zu gestalten, daß keine oder nur geringe zusätzliche Beanspruchungen in dem Rad hervorgerufen werden. Erfindungsgemäß ist zu diesem Zwecke der Turbinenläufer mit Ausnahme des Schaufelkranzes von einem mit ihm umlaufenden Ge-

häuse umgeben, wobei zwischen diesem Gehäuse und dem Turbinenläufer Kanäle für den Durchtritt des Kühlmittels vorgesehen sind, die in an sich bekannter Weise mittels zwischen den Schaufelfüßen oder in dem Läufer angeordneten Durchtrittskanälen für das Kühlmittel miteinander verbunden sind. Es kann also ein Kühlmittelstrom entlang der Läuferwelle und der einen Radseite zwischen den Schaufelfüßen hindurch zur anderen Radseite geleitet und durch den anschließenden Hohlwellenteil abgeführt werden. Von wesentlicher Bedeutung ist, daß das den Turbinenläufer einschließende Gehäuse mit der gleichen Geschwindigkeit wie der Läufer selbst umläuft. Auf diese Weise wird bewirkt, daß im Bereich des Rades keine oder nur wenig Wärme abgeführt wird, da die Relativgeschwindigkeit der Luft gegenüber dem Rad praktisch gleich Null ist. Die von den Schaufeln auf das Rad sonst zur Einwirkung kommende Wärme wird dadurch ständig abgeführt, daß das Kühlmittel mit hoher Geschwindigkeit durch die zwischen den Schaufelfüßen oder in der Nähe der Schaufelfüße in dem Rad angeordneten Kühlmittelkanäle strömt. Infolge dieses Umstandes bleibt das Rad nur verhältnismäßig geringen

\*) Von dem Patentsucher ist als der Erfinder angegeben worden:

Dipl.-Ing. Rudolf Hingst in Berlin-Tegel.

107

Temperaturen unterworfen, die aber auch über das ganze Rad gleichmäßig zur Einwirkung kommen, da infolge der geringen Relativgeschwindigkeit des Kühlmittels in diesem Bereich der Wärmeübergang nur mäßig ist. Der Temperaturverlauf in dem Rad und damit die Beanspruchungen von der Nabe bis zur äußeren Begrenzung des Rades bleiben also nahezu unverändert.

Es sind weiterhin Mittel vorgesehen, um den Wärmeaustausch an den Stellen größter Wärmeeinwirkung beispielsweise an den Lagern zu fördern und auch eine Kühlung des Turbinengehäuses selbst zu bewirken.

Besondere Vorteile ergeben sich bei Gasturbinen, insbesondere Abgasturbinen, die mit einem Kreiselverdichter zusammengebaut sind, da in diesen Fällen die von dem Kreiselverdichter geförderte Luft zur Kühlung der Gasturbine verwendet werden kann.

Die vorliegende Erfindung ist nicht nur auf Turbinen beschränkt, bei denen Luft zur Kühlung benutzt wird; es kann auch Sattendampf als Kühlmittel verwendet werden. Bei Dampfturbinen, die in dieser Weise gekühlt werden, ergibt sich der Vorteil eines geringen Dampfverbrauches, da die Turbinen mit hohen Temperaturen betrieben werden können.

In der Zeichnung ist der Gegenstand der Erfindung beispielsweise dargestellt. Es zeigen

Abb. 1 einen Längsschnitt durch eine Gasturbine, die mit einem Verdichter zusammengebaut ist,

Abb. 2 einen Längsschnitt einer mit einem Verdichter zusammengebauten Gasturbine mit anderer Führung des Kühlmittels,

Abb. 3 einen teilweisen Schnitt einer Gasturbine mit Kühlung des Turbinengehäuses,

Abb. 4 die Anordnung und den Kühlmittelweg bei einer mit einem Niederdruck- und einem Hochdruckverdichter zusammengebauten Gasturbine.

Der aus den Wellen 2, 3 und dem Rad 4 bestehende Turbinenläufer ist vollständig von einem Gehäuse umgeben. Das Gehäuse besteht aus den Hohlwellen 7, 8 und den Scheiben 9, 10; die mit dem Turbinenläufer Kanäle 11, 12, 15, 16 bilden. Die Wellen 2, 3 des Turbinenläufers sind an den Enden mit den Hohlwellen 7, 8 des Gehäuses fest verbunden. Die Abstützung des Läufers einschließlich des Gehäuses erfolgt in den Lagern 18. In der Nähe der Schaufelfüße sind in dem Rad 4 selbst oder zwischen den Schaufelfüßen Kanäle 20 vorgesehen, die ein Überströmen des Kühlmittels von der einen Seite des Rades 4 zur anderen Seite zulassen. Das Kühlmittel kann entweder von einem besonderen Gebläse oder einer Ge-

bläsestufe durch die Kühlmittelkanäle gepreßt werden.

Die den Radkörper 4 zu beiden Seiten begrenzenden Scheiben 9, 10 sind oberhalb der Kühlmittelkanäle 20 seitlich angelenkt. Auf diese Weise ist der ganze Turbinenläufer von einem Kühlmittelkanal eingeschlossen. Das Kühlmittel kann also die Welle 2, darauf das Rad 4 und anschließend die Welle 3 umströmen. Die Querschnitte des Kühlmittelkanals werden verschieden gewählt, um eine Kühlung an den Stellen mehr oder minder großer Wärmeeinwirkung zu erreichen. So kann die Wärmeabfuhr in Nähe der Lager 18 dadurch gesteigert werden, daß die Hohlwellen 7, 8 an diesen Stellen mit Rippen versehen sind, die in die Kühlmittelkanäle 11 und 16 vorspringen. Des weiteren werden die Kühlmittelkanäle 20 am Schaufelkranz möglichst eng ausgebildet, um dem Kühlmittel eine hohe Geschwindigkeit zu erteilen und den Übergang der den Schaufeln mitgeteilten hohen Temperaturen des Arbeitsmittels auf das Rad 4 zu verhindern. Zweckmäßig werden die Schaufelfüße im Winkel zur Läuferachse eingesetzt, um die für den Wärmeaustausch mit dem Kühlmittel zur Verfügung stehende Fläche zu vergrößern.

Im Bereich des Rades selbst ist eine Abführung von Wärme nicht erforderlich; sie muß im Gegenteil sogar vermieden werden, um den Temperaturverlauf annähernd gleichbleibend zu halten und damit das Auftreten von unzulässigen Spannungen im Radkörper zu unterbinden. Dies wird dadurch erreicht, daß der Kühlmittelkanal 12 oder 15 seitlich des Rades 4 einen großen Durchströmquerschnitt erhält. Um zu verhindern, daß das Kühlmittel beim Umströmen der Radseiten eine relative Bewegung annimmt, sind die Scheiben 9, 10 auf den Innenseiten mit radial gerichteten Rippen 33 versehen.

Bei der Ausführung nach Abb. 1 ist eine Gasturbine mit einem Axial-Radial-Verdichter zusammengebaut, der beispielsweise für die Aufladung einer Verbrennungskraftmaschine, z. B. von Flugzeugen, bestimmt ist. Zum Zwecke der Zuführung des Kühlmittels, in diesem Falle Kühlluft, ist eine Zweigleitung 34 der Druckleitung 35 an den Lagerdeckel 36 der Gasturbine angeschlossen. Die Luft tritt durch Bohrungen 37 der Muffe 38, die die Hohlwelle 7 mit der Welle 2 des Läufers verbindet, und durchströmt darauf in der oben beschriebenen Weise die Kanäle 11, 12, 20, 15, 16. Die Hohlwelle 8 steht durch Kanäle 39 mit dem Leitkanal 40 der Endstufe des Verdichters in Verbindung. Das Kühlmittel wird also in einem ständigen Kreislauf durch die Gasturbine geführt; die für die Vorverdichtung in den Axialstufen

41, 42 aufgewendete Arbeit geht daher nicht verloren. In der Zweigleitung 34 ist ein Regelventil 44 angeordnet, durch welches die der Gasturbine zugeführte Luftmenge geregelt werden kann. Die Einstellung kann von Hand oder selbsttätig z. B. in Abhängigkeit vom atmosphärischen Druck erfolgen.

Die Abb. 2 (obere Schnittansicht) zeigt die Kühlmittelführung bei einer Gasturbine, deren 10 Läufer fliegend gelagert ist. Die Gasturbine ist ebenfalls mit einem Verdichter zusammengebaut. Der Kühlmittelkanal 16 steht in Verbindung mit einem Leitkanal 45. Die in der Vorstufe 41 verdichtete Luft tritt durch die 15 Kanäle 46 in den zwischen der Hohlwelle 8 und der Welle 3 des Turbinenläufers gebildeten Ringkanal 16 und strömt in entgegengesetztem Sinne wie bei der Ausführung nach Abb. 1 dem Lagerdeckel 36 der Gasturbine zu. Die in der Gasturbine angewärmte Luft 20 kann von hieraus den Flugzeugkabinen zur Belüftung zugeführt werden. Ein Teil der Kühlluft kann ferner als Sperrluft für die Dichtungsbüchsen 48 benutzt werden, um ein 25 Übertreten der Arbeitsgase aus dem mit dem Gaskanal 49 in Verbindung stehenden Raum 51 zwischen dem Turbinengehäuse 52 und den Scheiben 9, 10 zu dem Kühlluftkanal oder zu dem Lager 18 zu verhindern.

Bei fliegend gelagertem Turbinenläufer läßt sich auch eine Kühlung des Turbinengehäuses 52 erreichen. Dies ist aus der unteren Schnittansicht der Abb. 2 und aus der vergrößerten Darstellung in Abb. 3 ersichtlich. Der Raum 35 51 zwischen dem Turbinengehäuse 52 und der Scheibe 10 ist mit den von dem Gehäuse eingeschlossenen Kühlmittelkanälen verbunden. Die Luft, welche aus den Kanälen 37 der Verbindungsmuffe 38 austritt, strömt durch 40 den Raum 51 und wird am Düsenaustritt 53 von den Gasen mitgerissen. Die Scheibe 10 wird also allseitig von dem Kühlmittel umspült.

Genäß Abb. 4 ist auf der einen Seite der 45 Gasturbine ein Niederdruckverdichter und auf der anderen Seite ein Hochdruckverdichter auf der Hohlwelle angeordnet. Die von dem Niederdruckverdichter 55 verdichtete Luft wird zum Teil durch die Kanäle geschickt, welche von den Hohlwellen 7, 8 und 50 den Scheiben 9, 10 eingeschlossen sind. Der größere Teil der verdichteten Luft wird durch die Leitung 56 über einen Zwischenkühler 57 dem Hochdruckverdichter 58 zugeleitet. Die 55 aus der Hohlwelle 8 austretende Luft wird der ersten Stufe des Hochdruckverdichters 58 wieder zugeführt. Eine Regelung der Kühlluftmenge kann durch ein Drosselorgan 60, welches in der Druckleitung 56 des Niederdruckverdichters 55 angeordnet ist, bewirkt 60 werden.

Die in der Abb. 4 beispielsweise dargestellte Anordnung ist noch in anderer Beziehung vorteilhaft. Wird der Läufer der Gasturbine und der Verdichter in normaler 65 Weise, also in vier Lagern abgestützt, so ist er statisch überbestimmt. Bei Änderung eines Lagerpunktes würden sich daher Betriebsstörungen ergeben. Dies kann bei der erfindungsgemäßen Ausführung, die die Lagerung 70 der Verdichter und der Gasturbine in den Hohlwellen vorsieht, nicht eintreten, da jeder Teil der Verdichtergruppe, also sowohl der Niederdruckverdichter 55 als auch der Hochdruckverdichter 58 und der Turbinenläufer 75 einwandfrei statisch bestimmt ist. Der Wellenteil jeder Maschine ist in zwei Stützpunkten gelagert, nämlich der Turbinenläufer in den Punkten 65, 66, der Niederdruckverdichter in den Lagern 67, 68 und der Hochdruckverdichter in den Lagern 69, 70.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Einrichtung zur Kühlung von Turbinen, insbesondere Gasturbinen, dadurch gekennzeichnet, daß der Turbinenläufer mit Ausnahme des Schaufelkranzes von einem mit ihm umlaufenden Gehäuse (7, 8, 9, 10) umgeben ist und zwischen diesem Gehäuse und dem Turbinenläufer Kanäle (11, 12, 15, 16) für den Durchtritt des Kühlmittels vorgesehen sind, wobei die Kanäle (12, 15) zu beiden Seiten des Läufers durch in an sich bekannter Weise 95 zwischen den Schaufelfüßen oder in dem Läufer angeordnete Durchtrittskanäle (20, 29) für das Kühlmittel miteinander verbunden sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch 100 gekennzeichnet, daß die Kühlmittelkanäle (11, 12, 15, 16) an den Stellen größter Wärmeeinwirkung, insbesondere an den Lagern und an den Schaufeln, verengt sind. 105

3. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das umlaufende Gehäuse (7, 8) an den Lagerstellen mit den Kühlmittelumlauf beschleunigenden Rippen (32), die sich in die 110 Kühlmittelkanäle (11, 16) erstrecken, versehen ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das umlaufende Gehäuse (9, 10) an der Innenseite mit 115 radial verlaufenden Rippen (33) versehen ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle für das Kühlmittel begrenzende Welle 120 (2, 3) des Turbinenläufers an ihren Enden mit der Hohlwelle (7, 8) des umlaufenden

Gehäuses fest verbunden ist, wobei nur die Hohlwelle in den Lagern (18) abgestützt ist.

5 6. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 5, insbesondere zur Kühlung einer Abgasturbine, die mit einem Kühlmittel fördernden Kreiselverdichter zusammengebaut ist, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Stufen des Verdichters auf  
10 der Hohlwelle (8) angeordnet und die Kühlmittelkanäle an eine Vorstufe (41) oder Stufengruppe des Verdichters angeschlossen sind.

15 7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlmittelkanal (16) der Hohlwelle (8) mit dem Leitkanal (40) der Endstufe des Verdichters verbunden ist und das der Endstufe entnommene Kühlmittel nach Durchströmen der Kühlkanäle dieser Stufe wieder  
20 zugeleitet wird.

8. Einrichtung nach den Ansprüchen 1

bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlmittelkanäle (11, 12, 15, 16) an der Austrittsseite des Kühlmittels an den  
25 Innenraum (51) des feststehenden Turbinengehäuses (52) angeschlossen sind.

9. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsseite der Kühlmittelkanäle mit  
30 den Dichtungsbüchsen (48) der Turbine durch Zweigleitungen verbunden sind.

10. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zuführungsleitung (34) des Kühlmittels zu den  
35 Dichtungsbüchsen ein Drosselorgan (44) angeordnet ist.

11. Einrichtung nach Anspruch 6, mit zu beiden Seiten der Turbine angeordneten Verdichterstufen, dadurch gekennzeichnet, daß in der Überströmleitung (56)  
40 von dem Niederdruckverdichter (55) zum Hochdruckverdichter (58) ein Drosselorgan (60) vorgesehen ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

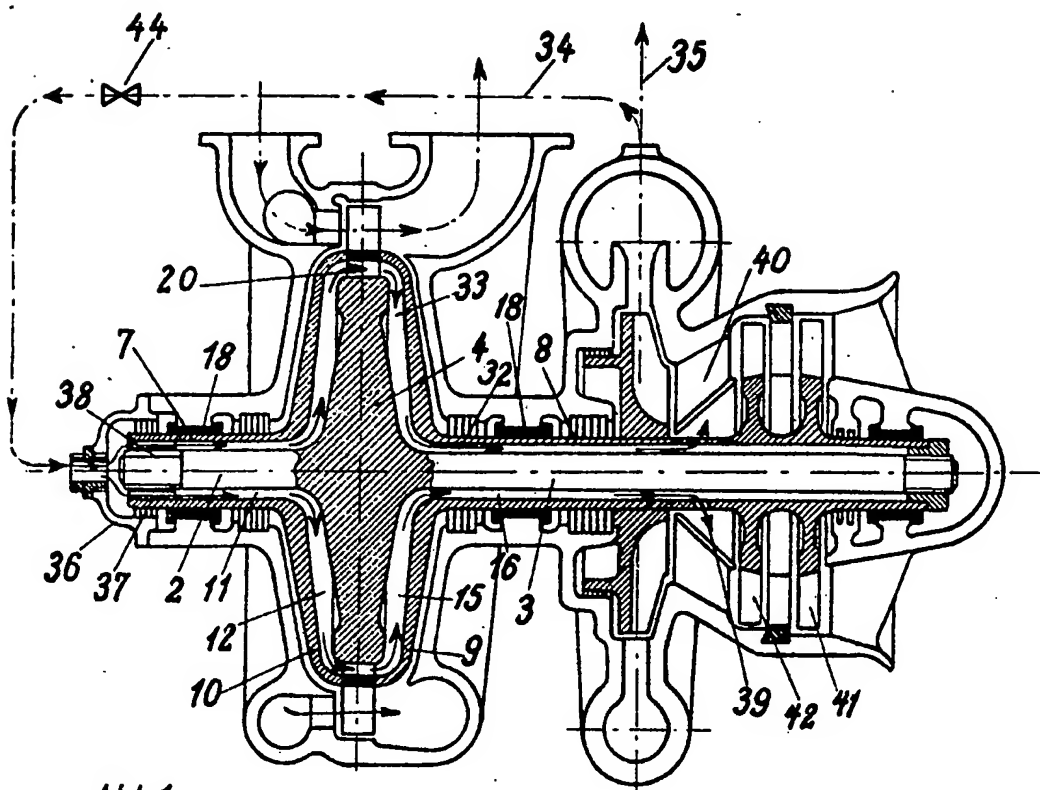


Abb. 1

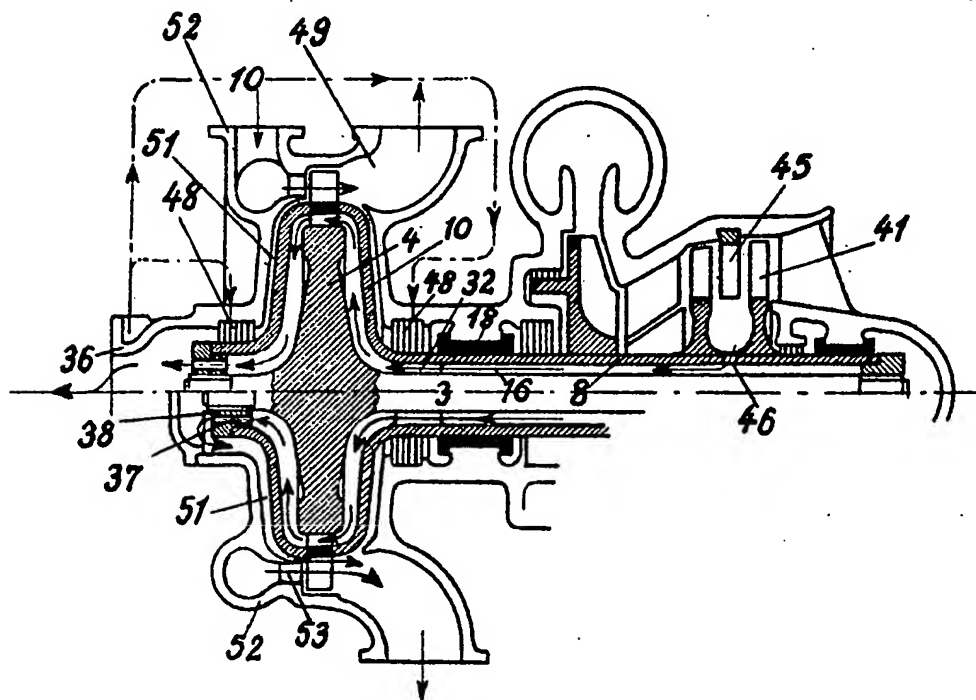


Abb. 2

